

3 検証授業の実際

(1) 検証授業の概要

ア 題材 浮力の大きさ (11/12)

イ 本時の目標

(ア) 浮力の大きさが条件によって異なることに興味・関心をもち、浮力の大きさは何と関係があるのかについて進んで調べようとする。

(イ) 浮力の大きさは何と関係があるのかを調べる実験を通して、水中に入っている物体の体積に関係し、質量には関係しないことを見いだす。

(ウ) 浮力の大きさは何と関係があるのかを調べる実験を適切に行い、ニュートンはかりを引く力を正しく測定したり、その値から浮力を算出したりする。

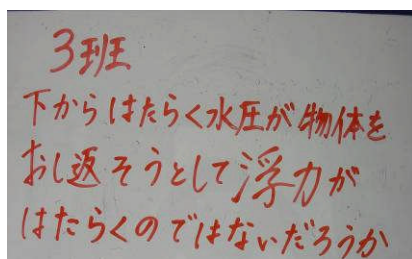
(エ) 浮力の大きさは何と関係があるのかを調べる実験の考察を通して、水中に入っている物体の体積に関係することを理解する。

ウ 検証授業における工夫

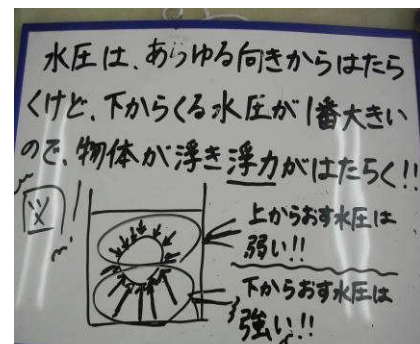
(ア) 浮力については、新学習指導要領においては「触れる」扱いにとどめているが、探究意欲の高い生徒の実態を踏まえて、前述の図2で示した事象提示を行い、生徒に「浮力の大きさは水中に入っている物体の体積に関係するのではないか。」という課題意識をもたせて今回の検証授業に臨ませた。また、これに先立つ浮力の要因について考える授業においても、水圧に注目させ、話し合い活動において導き出させた(図12)。



重力と(水圧による)浮力が同じ大きさの力でつりあって、物体が浮くことが図示できている。



上面と下面の水圧の差によって浮力が生じていることを、言葉で説明できている。



上面と下面の水圧の差によって浮力が生じていることを、図と言葉で説明できている。

図12 浮力の要因における考察のようす

(イ) 企画段階において、「空気中での重さ－水中での重さ＝浮力の大きさ」になることをボウリング球で示すなど(図13)、浮力を「見えないもの」から「見えるもの」、「感じられるもの」へと変換させた。また、単元全体でも、VTRやインターネットの動画などの視聴覚教材を用いて力をイメージで捉えさせることを心掛けた。

(ウ) 条件を制御するために①体積が同一で、重さを変えられるおもり、②重さが同一で、体積が異なるおもり(3種類)を自作し、それぞれ自らの予想を基に実験を行わせた(図14にワークシートの一部、図15に自作のおもりを示す)。

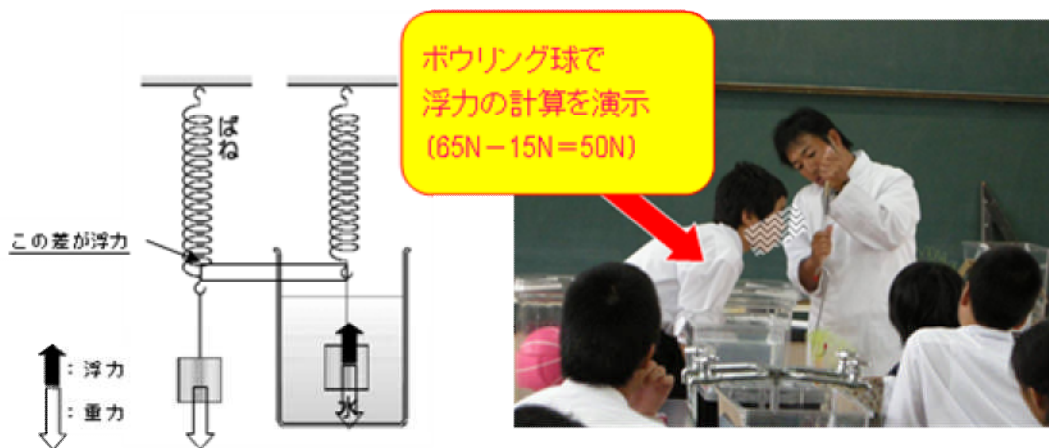
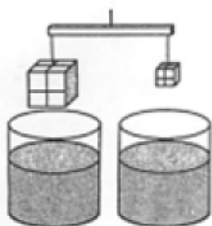


図 13 浮力の実験のようす

事象提示



てんびんでつり合わせた体積が異なる同じ質量の物体を、それぞれ同時に水に入れるとどっちが上がる？ つりあったまま？

結果は？

大きい方が浮いた。

どうしてそうなったのか？ (大きい方が)

質量は同じだけど体積がちがうからだと思う。

事象提示で見通しをもったから…

考察 浮力の大きさは重さや体積によって変化する？ 変化しない？

浮力の大きさは体積が大きくなるほど大きくなり、小さくなるほど小さく、浮力の大きさは小さい。重さが変わっても浮力の大きさには変化しなかった。

考察がより明確になる！

	おもりの種類	空気中での重さ	水中での重さ	浮力の大きさ
重さ	フィルムケースにおもり 2 個	N	N	N
	フィルムケースにおもり 4 個	N	N	N
	フィルムケースにおもり 6 個	N	N	N
体積	A	N	N	N
	B	N	N	N
	C	N	N	N

図 14 ワークシートの一部

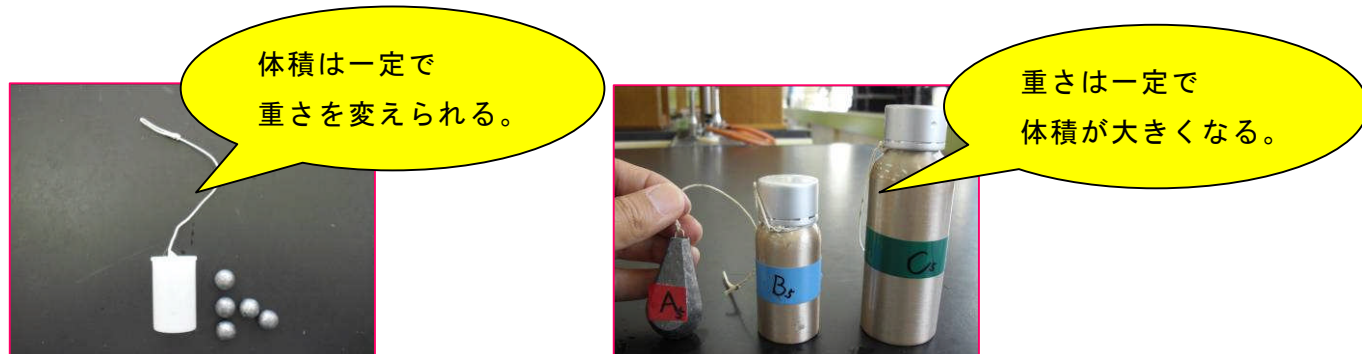
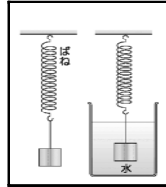


図 15 自作のおもり

過程	時間	学 習 活 動	指導上の留意点
事象提示	0	はじめ ① てんびんでつり合わせた体積が異なる同じ質量の物体を、それぞれ同時に水に入れるとどうなるか予想し、実験する。	①, ②【言語活動】水中にある物体が水から受ける浮力の大きさが何によって変化するか、予想したり、グループで話し合ったりする。
予想	5	② なぜ大きい物体の方が上がるのかを考え、浮力の大きさは何によって変化するかを予想する。	② 考えられる要因のうち、物体の形や水深、水の量は同一で、関係ないことを確認する。
問題の共有化	10	③ 学習課題を把握する。 学習課題 物体の重さや体積によって浮力の大きさはちがうのだろうか。	④【言語活動】条件制御によって、要因を特定することを導き出す。
実験企画	15	④ 浮力の大きさを測定する方法を企画する。	⑤ 重さGと体積Gに分かれて、浮力を測定させる。時間に余裕があったら、他方の実験をやるよう指示する。また、測定の際、はかりの値を垂直によみ、最小目盛の10分の1（小数第2位）まで読むことに留意させる。計算は電卓を使用する。
実験	20	⑤ 重さG フィルムケースにおもりの数（重さ）を変えて、浮力の大きさをそれぞれ測定する。 ⑤' 体積G 体積が異なる容器 A～C（重さは同一）の浮力をそれぞれ測定する。 ⑥ 確認 ⑦ 補	【実験】  (1) ケースにおもりを入れて、空気中の重さを測る。 (2) 静かに水中に沈め、ニュートンはかりの値を測る。 (3) (空気中の重さ)－(水中での重さ)で物体の浮力の大きさを求める。 【結果】(1)－(2)＝浮力 ※フィルムケースの浮力はすべて0.37N ※鉛(A)とアルミ容器(B, C) A…0.16N B…0.56N C…1.20N 【考察】 浮力の大きさに重さは無関係せず、体積が大きくなるほど大きくなる。 まとめ 浮力の大きさは物体の水中にある部分の体積が大きいほど大きくなる。
考察	30	⑧ 結果を整理し、浮力の大きさが何によって変化するか考察する。	⑥【評価】水の中に物体を入れて、浮力の大きさを調べることができる。
まとめ	45	⑨ 浮力の大きさについてまとめる。	⑧【言語活動】実験の結果をもとに浮力の大きさの要因について、個、グループで分析し、全体で発表する。
一般化	48	⑩ なぜ、巨大なタンカーが浮くことができるかを説明する。  おわり	⑨【評価】実験結果から浮力は物体の体積が大きくなるほど大きくなることを見いだすことができる。 ⑩【言語活動】関連する事象への活用を図る。

(2) 分析と考察

ア 事象提示，予想について

てんびんでつり合わせた体積が異なる同じ質量の物体を，それぞれ同時に水に入れるとどうなるか予想し，実験する内容であった（図 2 参照）。予想する段階では，「水の中に沈めてもつり合ったまま。」と予想する生徒が多かったが，実験では体積の大きい物体が浮き上がるのを見て，「体積に関係があるのではないか。」と見通しを立てて実験することができた生徒が多く（図 15 参照），その後の実験もスムーズに行えたようだった。また，この実験のようすは，書画カメラを通して提示したが逆光になって見づらかった生徒もいたようなので，光を調節して提示するか，より大きな装置を製作してダイナミックに提示するなどの手だても必要だと感じた。

イ 実験企画について

それまで，いざ浮力の大きさを測定しようとしたときに，実体の見えない浮力そのものを測定する方法を生徒自身に企画させてもなかなか考えつかず，教師が一方的に説明して実験に取りかかることも少なくなかった。だが，本授業では，水中，空気中それぞれにおいて，おもりにどのような力がはたらいているかを想起させたり，ワークシートに作図させたりして，これまでの既習事項を活用させることで，多くの生徒が「空気中での重さ－水中での重さ＝浮力の大きさ」という概念に到達できたように思う。また，教師がボウリング球を用いて，空気中では「重力がはたらいて重い…」，水中では「まだ重いけど，空気中よりは楽だな。重力の他に，どんな力がどの向きにはたらいているのかな。」など，教師が体感したことを生徒に伝え，意見交換をしながら実演することによって，より課題意識が明確になり，効果的であった（図 11 参照）。

ウ 実験について

「浮力の大きさは何によって変化するか。」という課題に対して，「体積」や「重さ」といった条件を制御することによって，特定の要因を調べるというのが本実験の概要である。フィルムケースに魚釣り用のおもりを数個入れた自作のおもりを使って，「体積を一定に保ったまま，重さを変える実験」を行った。また，おもりを調節して質量をそろえた体積が異なる数種類のアルミ容器を用いることによって，「重さを一定に保ったまま，体積を変える実験」を行うことができた（図 13 参照）。このように，ただ実験を行うのではなく，条件制御によって特定の要因を調べる方法を重ねて理解することが，今後の理科学習の礎になると考える。

エ 考察，まとめ，一般化について

今回の実験では，結果を図表に整理し予想と関連付けながら，ある程度容易に「体積が大きいほど浮力が大きくなる→浮力は（水に占める）体積によって変化する。」という考察ができていたようだ（図 6 参照）。一般化については，「何千万トンもあるタンカーが浮くことができるのはなぜか。」という問いについて，重力と浮力が同じ力の大きさを反対向きにつりあっていることを作図で示したかったのだが，時間が不足して黒板に提示することしかできなかった。

4 成果と課題

(1) 成果

ア 指導計画の中にそれぞれの授業に応じた言語活動をバランスよく配置，実践しておくことで，計画的に言語活動のスキルを高めていくことができたように思う。併せて，郡山小学校ではホワイトボードを活用して考察を発表する機会を多く設けていることもあり，これまでの学年に比べ

- より積極的にホワイトボードで意見を述べたり、さらにそれを深め合ったりする場面が見られた。
- イ 以前は、実験等で視覚的には理解したつもりでも、事象を論理的に説明できない生徒もいた。そこで、実験結果をホワイトボードに記録し、その考察をグループ内や全体に説明する機会を設け、自らの言葉で他者にその考えを伝えたことで、自らの見方や考えがより明確なものになっていく生徒も見られた。
- ウ 天体学習においては、モデル実験を段階的に取り入れていくことで、慣れてくると、装置がなくても、紙面上である程度、見え方を予測できるようになった。すなわち、空間概念や時間概念といった科学的な見方や考え方が定着してきたと考えられる。
- エ 12 月にアンケートで再度生徒の意識を調査した。事前アンケートの段階で、予想を立てたり、考察を行ったり、自分の考えを発表したりするなどの言語活動に対して、特段の苦手意識もなく意欲をもっていることがうかがえたが、今回の調査でもほぼ横ばいの状況で高い意欲が確認できた。また、「鉄でできた船が浮かびますが、鉄球は沈みます。この理由を説明できますか？」という設問では、約 62% の生徒が浮力の大きさのちがいや密度のちがいに言及して、正解という状況であった。また、無答率が 3 % (1 人) ということから、ほとんどの生徒が先行経験を想起したり、根拠を基に筋道立てて思考したりして、表現しようとしていると考えられる。

(2) 課題

- ア (1)イにあるように、言語活動を通して成果が見られた生徒がいる一方、依然として分かったことを文章で説明することを苦手にする生徒も少なくなかった。学年間によっても、差が見られる。よって、一単位時間の中に思考、判断、表現の時間をバランスよく配置する必要があるほか、他の単元の指導計画も作成し、中学 3 年間で継続的に言語活動に取り組ませていく必要がある。
- イ 力の単元学習後、事前アンケートで考察された「運動方向と力の向きが一致する。」という素朴概念が根強くあることがうかがえた。設問について再度調査したところ、やや正答率が上昇したが、4 割程度にとどまり、依然として運動方向と力の向きが一致すると回答した生徒が少なくなかった。力学は物理領域において最も基礎的・基本的な事項にあたるので、今後の表現活動の中でも力の作図は常に取り入れていきたい。